

УДК 533.924+532.64.08

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА ГИДРОФИЛЬНОСТЬ ПОДЛОЖЕК ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ НАНОИНЖЕНЕРИИ

Привалов Дмитрий Сергеевич<sup>(1)</sup>, Анастасия Александровна Фельде<sup>(2)</sup>

*Студент 3 курса<sup>(1)</sup>, магистр 2 года<sup>(2)</sup>,  
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»  
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: С.В. Сидорова,  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в  
машиностроении»*

Гидрофильность поверхностей является одним из ключевых параметров для оптимизации технологических процессов и работы с тонкими плёнками (ТП), которые применяются в микроэлектронике (MOSFET – metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, CMOS – complementary metal-oxide-semiconductor), оптике (антибликовые покрытия), фотогальванике (материалы CIGS, CdTe), биомедицине (биосовместимые имплантаты, наногенераторы) и энергетике (термоэлектрические устройства). ТП также используются для защиты от износа и коррозии, в гибкой электронике и архитектурных стёклах [1]. Таким образом, при высоком показателе смачиваемости обеспечивается равномерное и однородное нанесение ТП и абразивных суспензий, повышается адгезия материалов, качество травления и очистки. Для производства изделий в обозначенных областях в качестве подложек используют полупроводники (кремний) и керамику, стекла, ситаллы.

Одним из эффективных методов повышения гидрофильности поверхности подложек является ионная обработка. Этот подход основан на воздействии направленного потока ионов на поверхность в вакуумной среде, что приводит к физико-химическим изменениям её свойств. В результате бомбардировки ионами происходит очистка поверхности от органических загрязнений, активация поверхностных слоёв и формирование полярных функциональных групп, которые увеличивают смачиваемость. Необходимость определения характеристик смачивания в системе «реальное твёрдое тело–жидкость» обусловлена широким использованием данного явления в различных устройствах и технологических процессах [2].

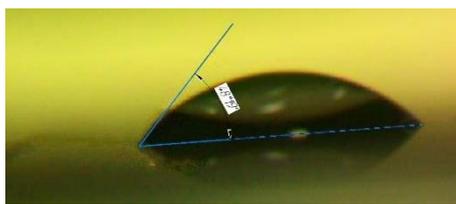
Цель – исследовать влияние ионной обработки на гидрофильность поверхностей кремния и ситалла.

Исследования влияния ионной обработки проведены на вакуумной установке МВТУ-11-1МС на базе лаборатории кафедры МТ11 МГТУ им. Н.Э. Баумана. Установка совмещает в себе несколько технологических источников, в том числе автономный источник ионов, что позволяет провести предварительную обработку и нанесение функционального покрытия в одном вакуумном цикле.

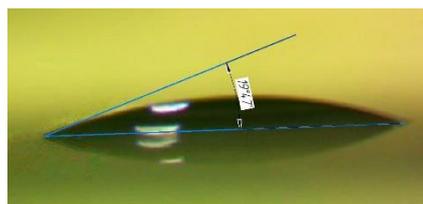
В качестве материалов исследования выбраны кремний и ситалл, как часто применяемые материалы для изделий микроэлектроники. Образцы подвергали воздействию плазмы газа Ar со следующими параметрами процесса: время – 2, 6, 10 минут; поток газа – 2, 3, 4 сссм.

Полученные при различных режимах обработки образцы были исследованы на гониометре: оценён угол смачивания образцов до и после обработки аргоном, выявлены параметры времени и потока с максимальной и минимальной гидрофильностью.

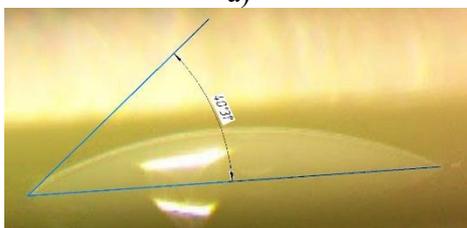
На рисунке показаны углы смачивания кремния (а, б) и ситалла (в, г) после обработки потоком 2 сссм в течение 2 (а, в) и 10 минут (б, г).



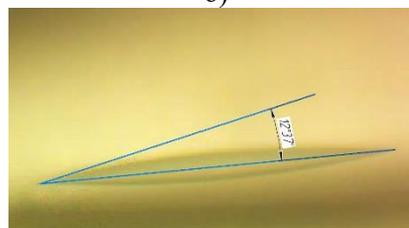
а)



б)



в)



г)

Измерение угла смачивания на кремнии (а, б) и ситалле (в, г) после ионной обработке в аргоне при потоке 2 сссм за 2 (а, в) и 10 (б, г) минут

В таблице 1 представлены значения угла смачивания для кремния и ситалла при различных режимах ионной обработки.

Таблица 1. Углы смачивания и режимы ионной обработки исследуемых материалов

Поток, сссм	Время, min	Кремний, °	Ситалл, °
без обработки		56,61	39,43
2	2	48,32	40,51
2	10	19,78	12,61
3	6	27,81	32,97
4	2	39,01	38,83
4	10	33,43	35,91

Анализ полученных результатов гидрофильности поверхности кремния и ситалла после ионно-лучевой обработки в среде аргона показывает, что для достижения минимального угла смачивания для кремния и ситалла необходимо провести обработку в течение 10 минут при потоке аргона 2 сссм. Увеличение расхода газа более 2 сссм ухудшает смачиваемость поверхностей.

В дальнейшей работе планируется исследование влияния состава и концентрации рабочего газа на гидрофильность поверхностей.

## Литература

1. *Acosta, E.* Thin Films/Properties and Applications. In Chapter, 2021.
2. *Киселев М. Г., Савич В. В., Павич Т. П.* Определение краевого угла смачивания на плоских поверхностях // Вестник БНТУ. Приборостроение. Информатика. – 2006. № 1. С. 38-41.